

様式4A

学 位 論 文 要 旨

学位請求論文題名

Combined multi-kernel head computed tomography images optimized for depicting both brain parenchyma and bone.

(脳実質と骨組織の描出を最適化した Combined multi-kernel 頭部 CT 画像)

著者名・雑誌名

Satoshi Takagi, Hiroyuki Nagase, Tatsuya Hayashi, Tamotsu Kita, Katsumi Hayashi,
Shigeru Sanada, Masayuki Koike
Journal of X-Ray Science and Technology

金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻

医療科学	領域
機能画像解析学	分野
学籍番号	1127022025
氏 名	高木 聡志
主任指導教員名	真田 茂
指導教員名	越田 吉郎
指導教員名	市川 勝弘

頭部 CT 検査において脳実質と骨組織の両方を評価するためには、異なる再構成カーネルを用いて 2 種類の画像を作成する必要がある。これらの評価を、1 種類の画像に対して表示条件を変更することで可能とする “hybrid convolution kernel technique” を用いたハイブリッド CT 画像が報告されているが、アーチファクトが発生し実現には至っていない。本研究の目的は、画像処理アルゴリズムを改善しアーチファクトを低減させ、一般的に作成される脳実質条件画像と骨条件画像の代用として評価が可能であるか検討することである。

頭部 CT 検査が実施され、変位なしの頭蓋骨骨折と診断された 44 症例の脳実質条件画像と骨条件画像を対象とした。本研究の承認は防衛医科大学校倫理委員会より得た。すべての検査は東芝メディカルシステムズ社製の 64 列 CT 装置 (Aquilion 64) を用いて実施され、再構成カーネルは脳実質条件画像用に FC21、骨条件画像用に FC30 を用いた。

報告されているハイブリッド CT 画像は、脳実質条件画像において CT 値が -150HU (ハンスフィールド値) 未満もしくは 150HU より大きいピクセルに対して、骨条件画像における同一座標の CT 値を代入するという技術である。このハイブリッド CT 画像では、高空間周波数成分が強調されている骨条件画像に発生するアンダーシュートやオーバーシュートがアーチファクトの原因となる。例として、脳実質条件画像において CT 値が 150HU より大きいピクセルであっても、骨条件画像の同一座標にアンダーシュートが発生していると、 150HU よりもはるかに小さな値が代入され、脳実質の評価においてアーチファクトとなる。よってアーチファクトの発生を防ぐためには、代入する前に骨条件画像の CT 値を確認する必要がある。また一般的な頭部 CT 検査においては、 -150HU 未満の CT 値に高空間周波数成分は必要とされず、さらに脳実質の評価は 100HU 以下の CT 値に対して行われる。よってわれわれが提案する “Combined multi-kernel technique” では、CT 値が脳実質条件画像・骨条件画像ともに 100HU より大きいピクセルに骨条件画像の CT 値を代入し、それ以外のピクセルには脳実質条件画像の CT 値を代入することで、マルチカーネル CT 画像を作成した。

本研究において作成したマルチカーネル CT 画像は、 100HU 以下のピクセルはすべて脳実質条件画像の CT 値で構成されている。よって脳実質の評価において、ハイブリッド CT 画像に生じたアーチファクトは発生せず、従来の脳実質条件画像と同等であった。骨組織の評価としては、3 名の放射線科医がマルチカーネル CT 画像と従来の骨条件画像とを比較し、骨折病変の画質を評価した。27 症例 (61%) がマルチカーネル CT 画像と骨条件画像の画質は同等であると 3 名の放射線科医に評価された。残り 17 症例 (39%) は 1 名もしくは 2 名の放射線科医に、マルチカーネル CT 画像の画質は骨条件画像に劣るものの、診断には十分な画質であると評価され、診断に不十分な画質であると評価された症例はなかった。骨折病変の画質において、マルチカーネル CT 画像が骨条件画像よりも優れることはないため、この結果は妥当であった。本研究では診断の可否についてのみの検討であったため、マルチカーネル CT 画像が骨条件画

像の代用として評価が可能であるか、ROC 解析などを用いたさらなる検討が必要である。

本研究で提案した“Combined multi-kernel technique”は、CT 装置に搭載され自動的にマルチカーネル CT 画像が作成されることを目的としている。よって可能な限りシンプルな画像処理アルゴリズムが求められる。しかしながら、マルチカーネル CT 画像における錐体部の画質は、骨条件画像と比較して著明に劣化してしまった。よって臨床の場において許容される再構成時間であれば、画像処理アルゴリズムのさらなる改良が必要である。

当院においては、腫瘍などの骨折以外の頭蓋骨病変の症例数が少なく、評価が困難であった。開発したマルチカーネル CT 画像の有用性を明らかにするためには、骨折以外の頭蓋骨病変に対しても画質の評価を行う必要がある。さらに、本研究では1組の再構成カーネルに対してのみの評価であったため、異なる再構成カーネルの組み合わせに対する評価も必要である。

頭部 CT 検査において脳実質条件画像は必ず作成されるのに対し、骨条件画像は骨疾患が疑われる場合にのみ必要とされるのが一般的である。よって撮影した CT 装置に Raw データが残っている間に骨条件画像を作成しないと、脳実質条件画像のみでは頭蓋骨の評価が困難となってしまう。全検査において骨条件画像を作成することでこの問題は解決されるが、画像の保存枚数が増加してしまう。われわれが開発したマルチカーネル CT 画像は、すでに報告されているハイブリッド CT 画像のようなアーチファクトが発生せず、すべての頭部 CT 検査において頭蓋骨構造に関する情報を脳実質条件画像よりも多く提供することを可能とする。さらに、頭部 CT 検査時に骨条件画像の必要性を考慮する必要がなくなり、画像の保存枚数も低減することが可能となる。